

Valorisation des zones marécageuses par le palmier à huile

P. QUENCEZ (1), C. de BERCHOUX (2), P. HAMEL (3), B. N'GUESSAN (3), B. DUBOS (3)

Résumé. — Les sols traditionnellement utilisés pour la culture du palmier à huile en Côte d'Ivoire étaient situés jusqu'à ces dernières années sur les sables tertiaires et sur le socle ancien. Une expérimentation commencée en 1972 sur la Station de La Mé a fait ressortir l'intérêt de la mise en valeur par le palmier à huile des zones hydromorphes de Côte d'Ivoire. Des rendements améliorés de 31 p. 100 sont obtenus sur sols à tourbes profondes. Ces résultats ont été atteints grâce à la définition d'une technique originale de mise en valeur et à certaines techniques de cultures spécifiques à ces sols.

INTRODUCTION

La consommation d'oléagineux en Côte d'Ivoire augmente en moyenne de 6 à 8 p. 100 par an. En l'an 2000, les besoins du marché intérieur dépasseront 350 000 tonnes. Il faut donc doubler, voire tripler, la production intérieure de corps gras dans ce pays d'ici à la fin de ce siècle.

La production d'oléagineux en Côte d'Ivoire est actuellement assurée en grande partie par le palmier à huile jusqu'à concurrence de 200 000 t/an. Cependant l'objectif à atteindre bute sur deux contraintes : la raréfaction des terres traditionnellement mises en valeur par le palmier à huile et les conditions climatiques moins favorables que par le passé.

Il est donc impératif de trouver de nouvelles zones adaptées à la culture de cet oléagineux, indépendamment de son amélioration génétique. Pour celle-ci d'ailleurs, on peut escompter d'ici à la fin de ce siècle 25 p. 100 d'huile supplémentaire par hectare et par an, grâce à la vulgarisation des clones obtenus à partir de la culture *in vitro* pour les futures plantations.

Jusqu'à ces dernières années, les plantations de palmiers à huile en Côte d'Ivoire étaient réalisées sur deux types de sol : sur sables tertiaires dans le Sud-Est ou sur socle ancien dans le Sud-Ouest.

Une expérimentation qui a débuté en 1973 sur la station de La Mé montre le grand intérêt de la mise en valeur des sols hydromorphes à nappe de Basse Côte d'Ivoire.

Ces terrains sont actuellement très peu exploités car ils nécessitent pour leur mise en valeur des investissements trop importants pour un individu ou une petite collectivité. La réalisation de projets exige en outre un encadrement permanent et des contrôles minutieux.

Les sols hydromorphes à nappe occupent en Basse Côte d'Ivoire une vaste superficie dont 100 000 à 200 000 ha sont aménageables en grandes ou petites parcelles.

L'application intégrale de la technique de mise en valeur préconisée par l'IRHO permet d'obtenir des rendements de 21 t de régimes de palme par hectare et par an, soit une productivité nettement supérieure à celle actuellement atteinte en Côte d'Ivoire (en moyenne 12 t). Le coût de l'investissement est légèrement supérieur mais ces plantations bénéficient d'une meilleure rentabilité.

LE MILIEU ET LE PALMIER À HUILE

Les sols.

Les sols hydromorphes sont situés dans les parties basses des vallées et sont caractérisés par un engorgement en eau permanent ou temporaire.

En Côte d'Ivoire, on distingue 6 catégories de ces sols :

- les sols organiques à tourbe contenant une fraction non négligeable d'éléments minéraux dans l'horizon de surface (0-30 cm),
- les sols à gleys minéraux ou humiques riches en argile d'origine alluviale inondés en permanence,
- les amphigleys temporairement inondés sur alluvions récentes (bourrelet de berge),
- les sables gris-blanc appartenant aux formations de sables tertiaires,
- les sols de colluvions du tertiaire au bord des lagunes,
- les sols sur sables quaternaires du cordon littoral.

Les deux dernières catégories de sols sont le plus souvent impropres à la culture du palmier à huile. Les quatre premières sont généralement distribuées suivant une séquence correspondant à leur formation dans l'histoire géopédologique de la Côte d'Ivoire (Fig. 1). Leurs caractéristiques physico-chimiques sont résumées dans le tableau I.

La topographie.

Les zones hydromorphes sont généralement marécageuses : elles sont proches des rivières, et elles ont une très faible pente qui ne permet pas une évacuation naturelle des eaux (Fig. 1).

La végétation naturelle.

Ces zones sont occupées par une végétation peu variée, d'un faible intérêt économique, et qui participe à la formation des tourbes.

Le palmier à huile.

Le palmier à huile est particulièrement adapté à leur mise en valeur car son système racinaire peu profond n'exige pas un abaissement important de la nappe. Ce dernier aurait d'ailleurs un impact désastreux sur l'écologie de la région.

(1) Directeur du Service Agronomie (*).

(2) Directeur de la Station de La Mé (*).

(3) Service Agronomie (*).

(*) Station de La Mé, IRHO-CIRAD, B.P. 13, Bingerville (Côte d'Ivoire).

TABLEAU I. — Caractéristiques physico-chimiques des principaux sols hydromorphes de La Mé comparés aux sols sur sables tertiaires
(Physico-chemical characteristics of the principal hydromorphic soils found at La Mé compared to soils on tertiary sands)

Type de sol (Type of soil)		Sol organique à tourbe (*) (Organic peat soil) (*)		Sol à gley humique (Humic gley soil)		Sol à gley minéraux (Mineral gley soil)		Sol de bourrelet de berge (Ridge soil)		Sables tertiaires (Tertiary sands)	
Horizon (cm)		0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
Terre fine (Fine soil)	(%)	30-50	15-30	65-80	40-60	90-95	> 95	90-95	> 95	> 98	> 98
Argile (Clay)	(%)	20-35	10-20	50-70	30-50	50-80	65-80	15-30	15-30	5-15	10-20
Limons (Loam)	(%)	5-10	5-10	5-10	5-10	15-30	10-25	30-60	30-60	2-5	2-5
Sables (Sands)	(%)	< 10	< 10	< 5	< 5	3-8	3-8	10-40	20-50	80-90	80-90
Matière organique (Organic matter)	(%)	50-70	70-85	20-35	30-60	5-10	3-5	1-4	1-2	1-2	1-2
Carbone (Carbon)	(%)	20-40	30-50	5-15	10-20	2-5	1-3	1-2	< 1	< 1	< 1
Azote total (Total nitrogen)	(%)	5-15	5-15	5-15	5-10	2-5	1-3	1-2	< 1	< 1	< 1
Rapport C/N (Ratio)		20-40	20-40	10-15	15-30	7-12	10-15	7-12	7-12	10-15	10-15
Complexe absorbant (Absorbant complex)											
meq/100 g sol (soil)	Ca	2-7	1-4	2-5	1-3	2-5	2-5	< 2	< 1	0,5-1	< 0,5
	Mg	2-4	1-3	2-3	1-2	2-3	2-3	< 1	< 0,5	0,3-0,5	0,1-0,2
	K	0,2-0,5	0,1-0,3	0,3-0,5	0,1-0,3	0,2-0,5	0,2-0,5	0,1-0,2	< 1	< 0,05	< 0,05
	Na	0,2-0,5	0,2-0,5	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	< 0,05	< 0,05
	CEC	50-60	70-100	20-30	30-40	5-10	5-10	2-10	2-5	2-5	2-5
Saturation du complexe (Complex saturation)	(%)	8-15	5-12	20-30	10-20	40-80	30-50	10-50	5-30	20-30	10-20
Phosphore (Phosphorus) (PPM)											
— total		800-1 000	200-500	500-1 000	300-600	500-1 000	300-600	100-300	50-150	300-500	300-500
— assimilable (Olsen)		200-400	30-50	200-400	50-100	100-200	50-100	10-20	5-10	50-100	50-100
pH eau (of water)		4-4,5	4-4,5	4,5-5	4,5-5	5-5,5	5-5,5	4-5	4-4,5	5-6	5-6
Densité apparente (apparent density)		0,15-0,50	0,10-0,20	0,4-0,7	0,30-0,60	1,10-1,20	1,20-1,40	0,9-1,35	1,3-1,7	1,2-1,5	1,5-1,7

(*) Remarque. — Le volume de sol prospecté par les racines est constitué de 15 à 50 p. 100 de matières minérales et organiques ; le reste correspond aux espaces (macro et micro porosité) plus ou moins gorgés d'eau. Les résultats d'analyses chimiques s'appliquent à la fraction minérale et organique, les fertilités des sols tourbeux et des sols minéraux sont donc comparables dans le rapport de leur densité apparente.

Note : The volume of soil prospected by roots is made up of 15 to 50 p. 100 mineral and organic matter. The rest corresponds to spaces (macro and micro porosity) more or less filled with water. Given that chemical analysis results are applied to the mineral and organic fraction, the fertility of peat and mineral soils are comparable with respect to apparent density.

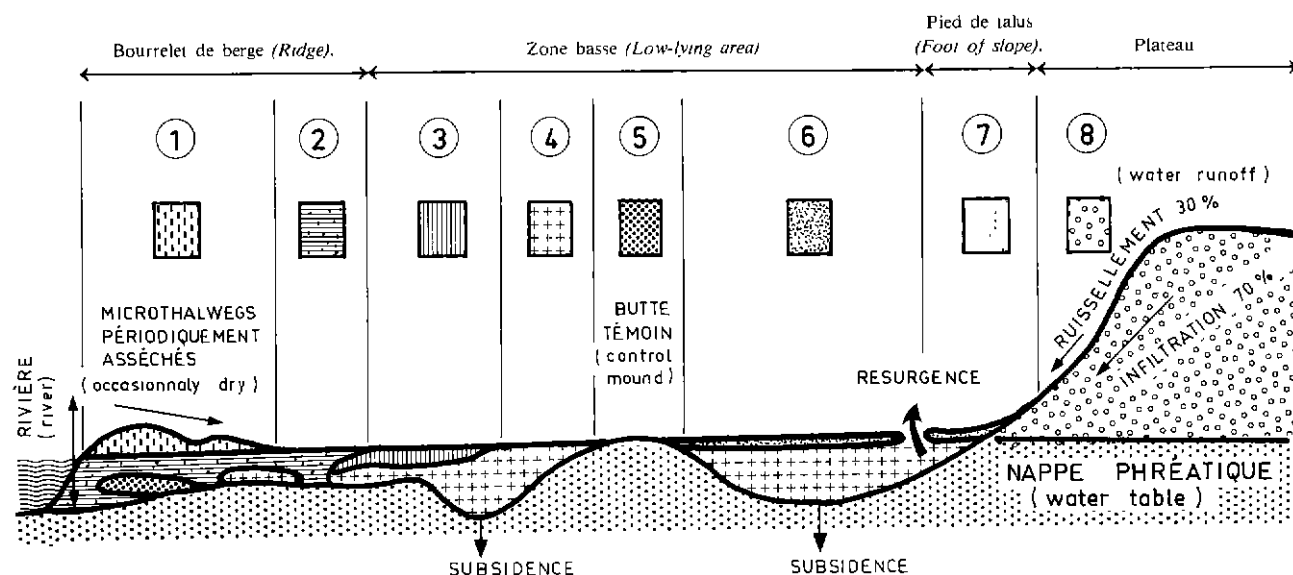


FIG. 1. — Toposéquence des sols hydromorphes à nappe (Toposequence of soils waterlogged from the water table up).

- 1 — Pseudogleys reposant sur des gleys (Pseudogleys on top of gleys) (= Amphigleys).
 - 2 — Gleys minéraux (Mineral gleys).
 - 3 — Gleys humiques (Humic gleys).
 - 4 — Tourbes peu évoluées (Little evolved peat).
 - 5 — Sables hydromorphes gris-blancs (Greyish white hydromorphic sands).
 - 6 — Tourbes évoluées (Evolved peat).
 - 7 — Sables (argilo-humiques) colluvionés réduits (Reduced colluvial sands - humic-clay).
 - 8 — Sables ferrallitiques très fortement désaturés (Very high desaturated ferrallitic sands).
- Principaux mouvements d'eau (Major water flow).

UNE TECHNIQUE ORIGINALE DE MISE EN VALEUR

L'originalité de la mise en valeur des sols hydromorphes à nappe réside dans les études préliminaires, l'établissement du plan d'aménagement et les travaux particuliers d'aménagement (Fig. 2, 3).

Les études préliminaires.

La mise en valeur demande l'établissement préalable d'un plan d'aménagement. Celui-ci nécessite l'étude du



FIG 2. — Vue d'aménagement
(View of development works).



FIG 3. — Vue d'aménagement (palmiers de 2 ans)
(View of development works - oil palms 2 years old).

complexe hydrologique, topographique et pédologique de la zone.

Hydrologie. — La pluviosité et l'hydrographie agissent sur les variations de la nappe phréatique. Il est essentiel d'avoir une bonne connaissance de leur incidence sur les risques d'inondation pour juger des possibilités d'aménagement d'un bas-fond. Leur étude fournira en particulier la capacité d'évacuation maximale nécessaire du réseau. Sur la Station de La Me, elle a pour limite l'évacuation d'une lame d'eau de 100 mm en 4 jours (soit environ 10 m³/h/ha).

Topographie. — Des levés de niveau à mailles serrées sont indispensables pour calculer les caractéristiques du réseau hydraulique du futur projet ; collecteurs ou fossés primaires, secondaires et tertiaires sont conçus pour maintenir la nappe à la profondeur optimale (30 à 60 cm) pour le palmier à huile, ceci en relation étroite avec les caractéristiques hydrologiques.

Pédologie. — Une connaissance approfondie du sol est nécessaire pour entreprendre les travaux d'aménagement (établissement des drains et des routes) et pour suivre le comportement du palmier à huile (alimentation minérale et hydrique).

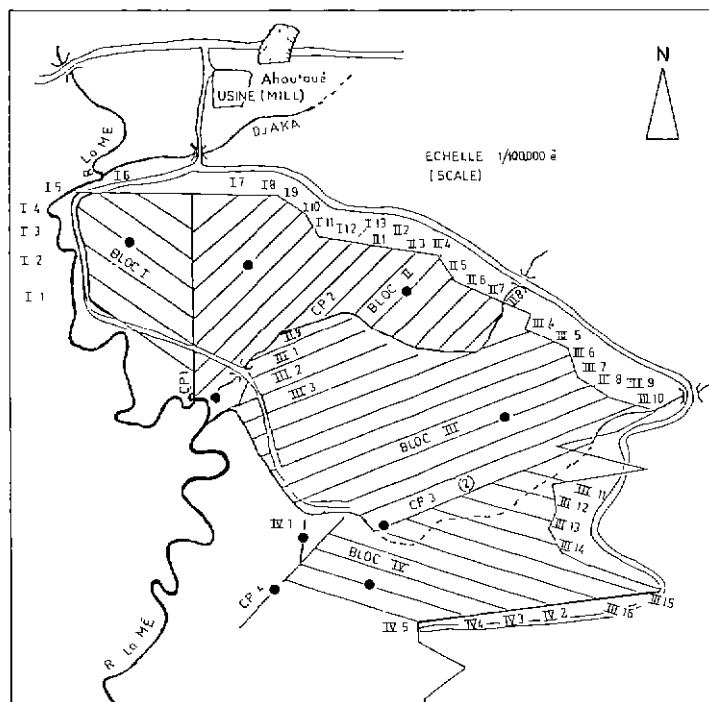
Le plan d'aménagement.

L'analyse des données recueillies permet d'établir les cartes d'aménagement sur lesquelles figurent la position et les caractéristiques des réseaux de pistes, des fossés et des ouvrages hydrauliques (Fig. 4).

Le plan parcellaire n'est pas obligatoirement orienté Nord-Sud ; il est déterminé en fonction des pentes, de l'orientation des rivières et de la forme des bas-fonds. La longueur des lignes de plantation ne doit en aucun cas excéder 250 mètres.

L'aménagement des ouvrages hydrauliques répond au souci de contrôler en permanence la distribution de l'eau dans les parcelles.

Le plan d'aménagement est un outil indispensable pour évaluer le volume et le coût des travaux particuliers à ces projets de mise en valeur.



Projet de la N'Guechie (Project).

FIG. 4 — Exemple de plan d'aménagement (Example of development plan)

==== : Routes périmétrales (Perimeter roads).
 — : Axe des pistes et des collecteurs du réseau régulier (Axis of regular network tracks and evacuation ditches).

Les travaux particuliers d'aménagement.

On ne citera ici que les travaux spécifiques aux projets établis sur sols hydromorphes.

Les routes.

On peut distinguer les types suivants :

Les routes-digues. — Leur niveau est calculé pour qu'elles ne soient que rarement immergées par les crues. Elles protègent le périmètre planté.

Les routes « flottantes ». — La faible teneur en matière minérale et la forte teneur en eau des tourbes rendent difficile l'établissement des routes. Des routes « flottantes » peuvent être créées en déposant une couche de latérite tassée de 40 cm d'épaisseur sur la tourbe en place. Leur comportement est satisfaisant pour des engins ne dépassant pas 6 t par essieu.

Les routes « normales ». — Elles sont établies sur gleys, amphigleys avec une couche de 20 cm de latérite.

Les fossés de drainage et d'irrigation.

On distingue les collecteurs primaires et les collecteurs secondaires ou tertiaires.

— **Les collecteurs primaires** représentent le maillon final d'évacuation des eaux de drainage à l'extérieur du périmètre aménagé. Sur la station de La Mé, ils ont les caractéristiques suivantes :

— profondeur moyenne	1,30 m,
— section moyenne	1,9 m ² ,
— longueur par hectare planté	8 m,
— volume par hectare planté	15 m ³ .

Notons cependant que leurs caractéristiques dépendent fortement de la topographie et de la forme générale du périmètre. On essaie, chaque fois que cela s'avère possible,

d'utiliser les lits des rivières préexistants ou les lignes de point bas.

— **Les collecteurs secondaires** longent généralement les parcelles et se jettent dans les collecteurs primaires. Suivant le dispositif parcellaire, ils représentent 40 à 80 m par hectare planté. Sur la station de La Mé, leurs caractéristiques sont les suivantes :

— profondeur moyenne	0,5 m,
— section moyenne	0,5 m ² ,
— longueur par hectare planté	65 m,
— volume par hectare planté	32,5 m ³ .

Les rayons et surfaces hydrauliques sont estimés en fonction de la pente et des exigences climatiques.

— **Les collecteurs tertiaires** sont établis à la demande lorsque des engorgements ponctuels se présentent. De petits émissaires intra-parcellaires peuvent par exemple drainer des cuvettes isolées.

La préparation des terrains.

— **L'abattage** doit être réalisé selon une technique peu traumatisante pour la structure du sol en place. L'utilisation des engins de défrichement est à proscrire. Leur effet sur la structure des sols hydromorphes est désastreux. On utilisera donc des tronçonneuses mécaniques pour l'abattage et le débitage des fûts et des branches.

— **Le brûlage** est à proscrire sur les sols à tourbes. Partout ailleurs, on se contente d'un brûlage léger et l'on ne dégage que les lignes de plantation sur 1,5 m de large.

— **La couverture de légumineuses** est semée le plus rapidement possible après le dégagement des lignes de plantation. Sa réussite est prépondérante pour le contrôle des graminées (exportatrices d'azote) et la limitation des risques phytosanitaires (*Oryctes*). L'association de *Mucuna* (5 kg de semences/ha en poquet de 2 graines) et de *Pueraria* (15 kg/ha) sur la totalité de la surface donne de bons résultats. Le *Mucuna*, dont le développement et la volubilité sont grands, couvre très rapidement le sol et les résidus d'abattage. Puis le *Pueraria* prend le relai du *Mucuna*, plante annuelle, au cours de l'année suivante.

Les aménagements doivent être réalisés dans l'ordre chronologique suivant :

- création de la route périphérique ;
- collecteurs primaires :
 - abattage sur les axes,
 - creusement des collecteurs primaires,
 - création des routes le long de ces collecteurs,
 - mise en place des ponceaux, des moines, des déversoirs et des vannes pour le contrôle des crues ;
- collecteurs secondaires :
 - abattage sur les axes,
 - creusement des collecteurs,
 - mise en place des déversoirs et des passages busés, ouverture des routes le long de ces fossés ;
- abattage de la végétation selon le programmé de plantation ;
- dégagement total des abattis sur les lignes de plantation et les axes des collecteurs tertiaires sur 1,5 m de large ;
- creusement des collecteurs destinés à assainir les points bas dans les parcelles.

SPÉCIFICITÉ DES TECHNIQUES DE CULTURE

La culture du palmier à huile sur des sols hydromorphes à nappe requiert l'utilisation de techniques spécifiques pour obtenir le potentiel de production qu'offrent ces sols.

Mise en place des palmiers.

La microtopographie peut nécessiter que l'on établisse des terrasses ou que l'on comble des cuvettes pour que les racines se développent mieux. On évitera ainsi leur asphyxie.

Sur sols argileux d'origine alluviale, un contact étroit doit être assuré entre la motte de pépinière et les parois du trou de plantation. L'utilisation d'un plantoir cylindrique adapté aux dimensions des mottes (Fig. 5), associée à la pratique du paillage, contribue à une bonne reprise des plants en toutes saisons.

Sur sols à tourbes dont la densité apparente est faible, le basculement du stipe et de la couronne peut apparaître lors de l'entrée en production des palmiers. Il résulte d'un défaut localisé de drainage entraînant un déséquilibre entre

le développement du système racinaire et de la partie aérienne des palmiers.

Les cas extrêmes de verse avec endommagement du système racinaire peuvent affecter la production ultérieure jusqu'à redressement du stipe. La période la plus critique se situe entre 2 et 4 ans après la plantation des palmiers, au-delà, le risque diminue fortement avec le développement du système racinaire ; un contrôle efficace de la nappe dès la plantation limite le risque de basculement important à moins de 5 p. 100 des arbres. Un damage, suivi d'une remise à niveau du sol sur un cercle de 2 mètres de diamètre, peut être réalisé à l'aide de compacteurs portatifs, avant la plantation. Il contribue à un meilleur ancrage du jeune palmier.

Entretien des palmiers.

Il doit être plus fréquent que dans les plantations établies sur sols traditionnels. La croissance des plantes de couverture est en effet particulièrement vigoureuse. On prévoit 1 passage manuel par mois au jeune âge pour les ronds ou les lignes de plantations classiques.

Contrôle phytosanitaire.

Les palmiers sont davantage sujets aux attaques de certains insectes, les *Oryctes* notamment. Le contrôle sanitaire est, par ailleurs, le même que sur les plantations classiques.

Entretien des collecteurs. Contrôle de la nappe.

Les collecteurs exigent un curage régulier et l'arrachage des plantes aquatiques. Un personnel spécialisé suit en permanence le réseau hydraulique en place.

Le niveau de la nappe phréatique des parcelles est observé mensuellement au moyen de puits.

Le report sur carte des relevés des puits et leur étude permettent de remonter ou d'abaisser la nappe à un niveau optimal (30-60 cm) en jouant sur le niveau des déversoirs, des moines et des vannes automatiques (Fig. 6).

Le tassement des sols tourbeux au niveau des routes et des parcelles est également important à observer. Si l'on maintient la nappe phréatique entre ses limites optimales, le tassement du sol ne dépasse pas 5 cm sur une période de 10 ans (résultats de l'expérience de La Mé).



FIG. 5. — Plautoir cylindrique (Cylindrical dibble)



FIG. 6. — Déversoir en tôle avec régulation par planche (Metal sheet spillway with plank regulation).

Pollinisation assistée.

Sur ces sols hydromorphes à nappe, le développement des palmiers est particulièrement vigoureux. L'apparition des inflorescences est, de ce fait, précoce et des cycles femelles très longs sont induits. Il est nécessaire, au moins dans les premières années, de procéder à une pollinisation assistée pour améliorer le taux de nouaison et accroître le taux d'extraction.

Fertilisation.

Sur sols hydromorphes, la nutrition minérale doit être suivie avec la plus grande attention. On corrigera en particulier les carences en azote, possibles au jeune âge sur les sols très argileux.

Les quantités annuelles d'engrais à apporter doivent être fractionnées et réparties trimestriellement.

Les formules et les doses à utiliser sont spécifiques pour un âge déterminé et un type de sol donné. Le tableau II présente trois barèmes de fumure utilisés sur la station de La Mé.

RÉSULTATS DE 13 ANS D'EXPÉRIENCES À L'IRHO-LA MÉ

Les études les plus anciennes ont été réalisées sur les sols à tourbes.

Plantations 1973.**Productions :**

Deux parcelles plantées avec un matériel végétal similaire nous offrent un élément de comparaison.

- F 52 : 4,04 ha de plantations sur sols à tourbes épaisses hydromorphes dont la nappe et la nutrition potassique n'ont été respectivement contrôlées qu'à partir de 1982 et 1985.

- E 60 : 14,41 ha de replantation sur sables tertiaires.

Elles ont été mises en récolte à trois ans après castration

TABLEAU II. — Barèmes de fumure (Fertilizer schedules) (g/arbre-/tree)

Age des arbres (of trees) (mois-months)	Urée (Urea) (46 % N)	KCl (60 % K ₂ O)	Super (simple) (17 % P ₂ O ₅)	Kieserite (33 % MgO)	Borax	Remarques (Remarks)
Sur sols tourbeux et gleys humiques (on peat soils and humic gleys) :						
0-12	100-300	300- 750	400- 500	50-100	0- 10	Fractionnement en 3 ou 4 apports pour N, P et K (Split into 3 or 4 applications for N, P, K)
12-24	400-600	900-1 500	500- 750	100-200	25- 50	Idem pour tous les engrais (idem for all fertilizers)
24-36	500-800	2 000-4 000	1 500-2 000	400-600	50-100	
au-delà de 3 ans (over 3 years)	Suivant diagnostic foliaire (la fumure potassique serait de 2 000 à 4 000 g KCl/arbre/an à l'âge adulte). Fractionnement nécessaire. (According to leaf analysis - Potassium fertilizer : 2,000-4,000 g of KCl/tree/year at the adult age. Split applications required).					
Sur gleys minéraux (on mineral gleys) :						
0-12	100-300	100- 200	200- 300	50-100	0- 10	Fractionnement en 3 ou 4 apports pour N, P et K (Split into 3 or 4 applications for N, P, K)
12-24	400-600	200- 300	200- 300	50-100	20- 50	Idem pour tous les engrais (idem for all fertilizers)
24-36	400-600	500- 700	400- 500	100-200	50-100	
au-delà de 3 ans (over 3 years)	Suivant diagnostic foliaire (la fumure potassique serait de 1 500 à 3 000 g KCl/arbre/an à l'âge adulte). (According to leaf analysis - Potassium fertilizer : 1,500-3,000 g of KCl/tree/year at the adult age).					
Sur bourrelet de berge (on ridge soils) :						
0-12	100-300	300- 400	400- 500	50-100	0- 10	Fractionnement en 2 apports (Split into 2 applications)
12-24	400-600	900-1 200	500- 750	100-200	20- 50	
24-36	400-600	1 500-2 000	1 500-2 000	300-500	50-100	
au-delà (over)	Suivant diagnostic foliaire (la fumure potassique serait de 2 000 à 4 000 g KCl/arbre/an à l'âge adulte). (According to leaf analysis - Potassium fertilizer : 2,000-4,000 g of KCl/tree/year at the adult age).					

TABLEAU III. — Production sur sols à tourbes et sur sables tertiaires des plantations 1973
(*Production on peat soils and tertiary sands, 1973 planting*)

Age ans (<i>years</i>)	Sols à tourbes (<i>Peat soils</i>)		Sables tertiaires (<i>Tertiary sands</i>)	
	Moyenne annuelle t-régimes/ha/an (<i>Annual mean t-bunches/ha/yr</i>)	Cumulé t-régimes/ha (<i>Cumulated t-bunches/ha</i>)	Moyenne annuelle t-régimes/ha/an (<i>Annual mean t-bunches/ha/yr</i>)	Cumulé t-régimes/ha (<i>Cumulated t-bunches/ha</i>)
3- 6	17,0	51 (213)	8,0	24 (100)
6-13	18,1	127 (132)	13,8	96 (100)
3-13	17,8	178 (148)	12,0	120 (100)

et leurs productions respectives sont données dans le tableau III.

La production moyenne obtenue de 3 à 13 ans sur sables tertiaires (12,0 t régimes/ha/an) résulte de l'effet d'un déficit hydrique annuel moyen de 393 mm. Sur les sols à tourbes, une meilleure alimentation hydrique est assurée par la nappe aquifère ; la productivité est de 48 p. 100 supérieure.

Le matériel végétal est le même sur les deux parcelles ; son potentiel de production est inférieur à celui du matériel végétal actuellement vulgarisé.

Variations interannuelles des productions.

La figure 7 représente les évolutions comparées des deux parcelles sous la forme des productions annuelles glissantes (12 mois antérieurs). Les variations interannuelles des productions sont imputables aux variations des conditions climatiques pendant la même période (déficits hydriques annuels entre 206 et 695 mm).

L'amplitude des variations des productions annuelles est beaucoup plus grande sur sables tertiaires (E 60) que sur sols à tourbes (F 52) ; les coefficients de variation calculés sur toutes les valeurs sont respectivement de 19 et 8 p. 100. Les écarts maximaux entre les productions obtenues de 6 à 13 ans sont de 11,0 t/ha/an sur sables tertiaires et seulement de 4,7 t/ha/an sur sols à tourbes (Tabl. IV).

Ces résultats montrent bien la plus grande régularité de la production annuelle sur sols à tourbes.

Variations intermensuelles des productions.

La figure 8 représente les variations des productions mensuelles pondérées sur 3 mois dans les deux situations étudiées. La pondération utilisée permet de mieux appré-

hender l'évolution de la production des arbres, indépendamment de la récolte et de son organisation. Sur tourbes, la production présente un cycle régulier avec un pic centré sur avril et un creux d'août à décembre dès 1981, alors que ce phénomène n'apparaît qu'au cours de l'année 1983 sur sables tertiaires.

Le tableau V permet d'observer l'importance des pics et creux de récolte par rapport à la production annuelle au cours des années 1980 à 1986.

Sur sables tertiaires les creux de récolte sont plus marqués que sur tourbes. A l'inverse, la contribution des pics de récolte à la production annuelle est supérieure sur les sables tertiaires à partir de 1983, période où les cycles des deux parcelles deviennent synchrones.

Ces résultats montrent la répartition plus régulière des productions mensuelles sur sols à tourbes.

TABLEAU V. — Productions mensuelles extrêmes
en p. 100 de la production annuelle
(*Maximum and minimum monthly production expressed
as a p. 100 of annual production*)

Année (<i>Year</i>)	Sols à tourbes (<i>Peat soils</i>)		Sables tertiaires (<i>Tertiary sands</i>)	
	Maxi.	Mini.	Maxi.	Mini.
1980	12,7	4,4	13,1	6,7
1981	13,5	5,0	11,0	2,6
1982	14,7	4,2	11,7	2,9
1983	15,7	5,6	11,7	1,5
1984	13,7	5,3	22,1	3,0
1985	12,4	6,1	16,5	1,2
1986	12,6		17,6	

TABLEAU IV. — Amplitudes maximales annuelles des variations de production sur 2 types de sol (entre 6 et 13 ans)
(*Maximum annual production variations on two types of soil — between 6 and 13 years*)

Sol (<i>Soil</i>)	Production			Ecart (<i>Difference</i>)	
	moyenne (<i>mean</i>)	maxi.	mini.	(t-R/ha/an) (t-b/ha/yr)	%/production moyenne
	(t-régimes/ha/an-t-bunches/ha/yr)			(expressed as % of mean production)	
Sables tertiaires (<i>Tertiary sands</i>)	13,8	18,5	7,5	11,0	80
Sol à tourbes (<i>Peat soil</i>)	17,7	20,4	15,7	4,7	27

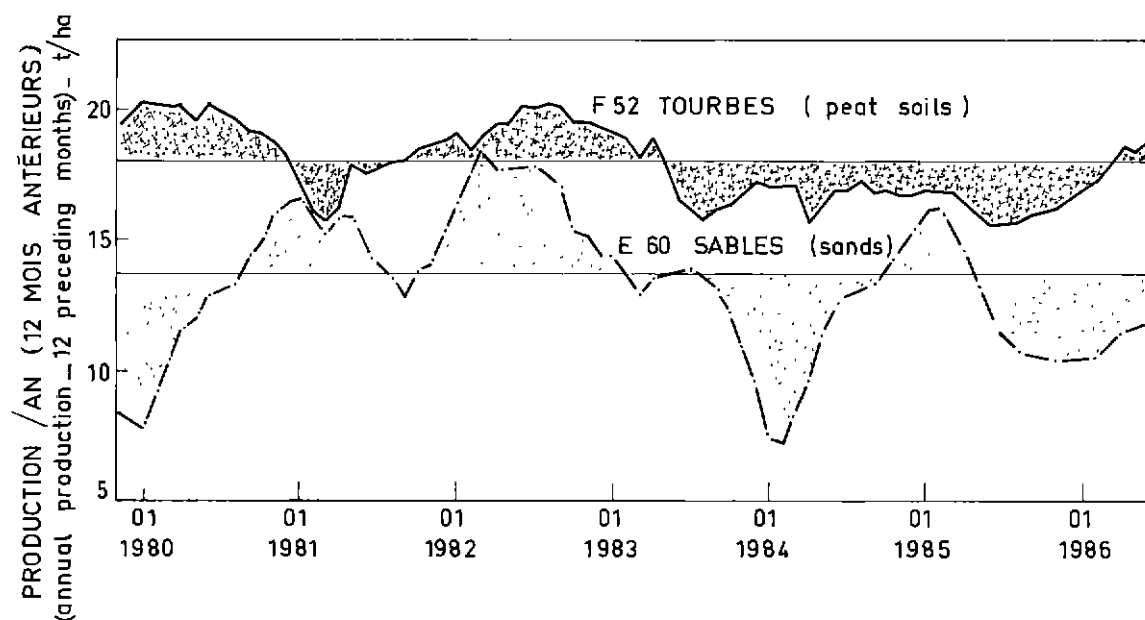


FIG. 7. ►

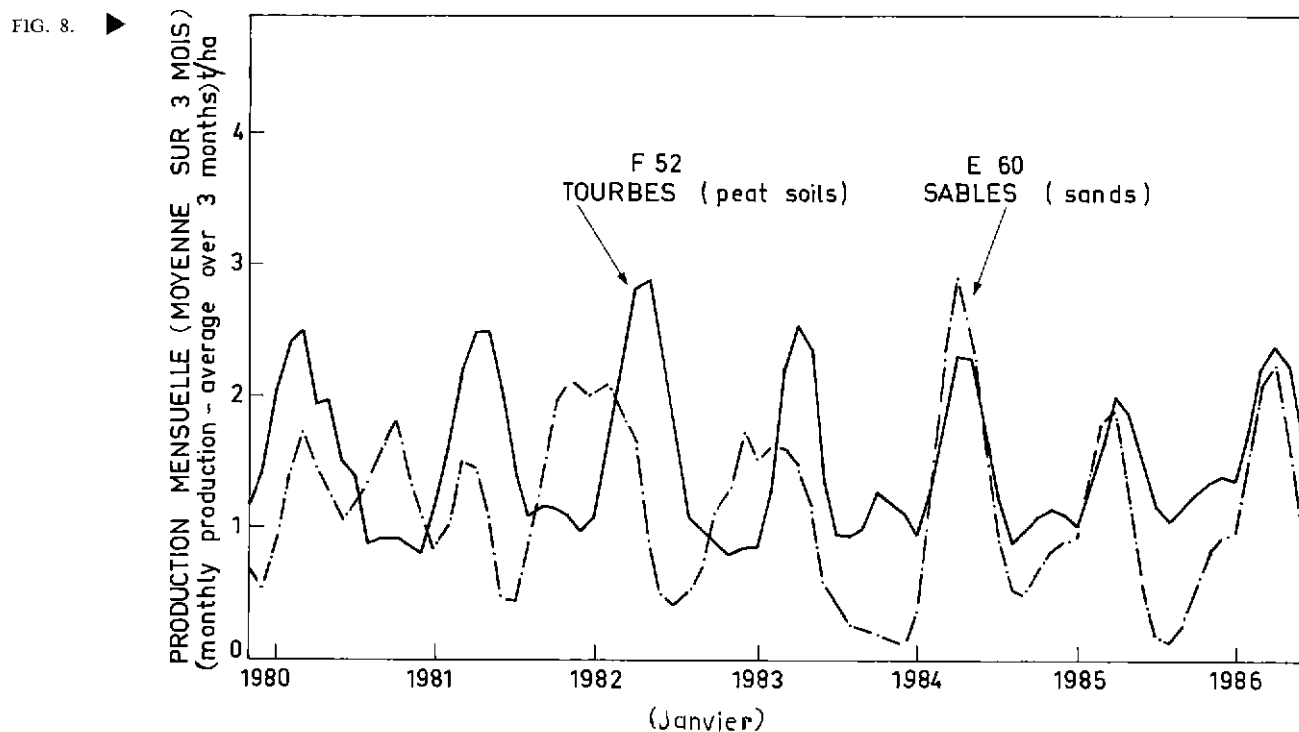


FIG. 8. ►

Plantations 1982.

Elles ont été réalisées sur 9 ha de sols à tourbes profondes (plus de 2,7 m d'épaisseur), correctement drainés dès l'origine. Le même matériel végétal a été simultanément utilisé sur 15 ha de replantation sur sables tertiaires.

Production en régimes.

Sur tourbes le développement végétatif des palmiers a été rapide. Il s'est traduit par une circonférence au collet supérieure de 10 p. 100 par rapport aux sables tertiaires, à l'âge de 32 mois. Cette précocité a permis une mise en récolte après plantation à 26 mois sur tourbes, et seulement à 38 mois sur sables tertiaires (Tabl. VI).

Les productions cumulées à 50 mois sont de 25,8 t/ha sur sols à tourbes, et de 10,0 t/ha sur sables tertiaires, ce

TABEAU VI. — Productions des plantations 1982
(Production on 1982 plantings)
(t-régimes/ha - t of FFB/ha)

Age après plantation (after planting) (mois - months)	Sols à tourbes (Peat soils)	Sables tertiaires (Tertiary sands)
26-38	9,1	0
38-50	16,7	10,0

TABLEAU VII. — Analyses physiques des régimes de 21 lignées sur sols à tourbes et sables tertiaires
(Physical analysis of bunches from 21 lines found on peat soils and tertiary sands)

Paramètres (Parameters)	Sables tertiaires (Tertiary sands)	Sols à tourbes (Peat soils)
Poids moyen des régimes (Average weight of bunches) — kg —	3,80	6,06
P. 100 fruit/régime (fruit/bunch)	60,36	62,00
P. 100 pulpe/fruit (pulp/fruit)	79,05	79,94
P. 100 huile/pulpe (oil/pulp)	48,94	48,10
Taux d'extraction théorique (Theoretical extraction rate)	23,35	23,84

qui montre bien la plus grande précocité et le potentiel de production plus élevé dans le jeune âge sur sols à tourbes.

Production en huile.

Des analyses de régimes ont été effectuées sur 21 lignées communes à ces deux situations en juin et juillet 1986 (Tabl. VII).

On peut espérer sur sols à tourbes des taux d'extraction industriels identiques à ceux obtenus sur sables tertiaires, supérieurs à 23 p. 100 à l'âge adulte avec du matériel végétal performant dès les premières années de récolte. La très forte féminité sur tourbes nécessite l'utilisation de la pollinisation assistée au jeune âge.

Schéma de production comparée pour des palmiers plantés sur des sols à tourbes ou sur sables tertiaires.

Dans les conditions écologiques actuelles de la station de La Mé avec un déficit hydrique moyen de 360 mm par an, on peut établir le schéma de production suivant pour le meilleur matériel végétal actuellement produit (Tabl. VIII).

Au-delà de 10 ans, la production moyenne annuelle par hectare est stabilisée, elle est de 31 p. 100 supérieure sur les sols à tourbes par rapport aux plantations habituelles sur sables tertiaires. Elle présente d'autre part une plus grande régularité d'une année à l'autre et moins de variations saisonnières.

Ces résultats seront obtenus grâce à l'application stricte des techniques de mise en valeur et de culture, définies à partir de l'expérimentation agronomique conduite sur la station de La Mé.

TABLEAU VIII.

Age après plantation (after planting) (mois - months)	Schémas de production en t-R/ha/an (Production schemes in t-B/ha/yr)	
	Sols à tourbes (Peat soils)	Sables tertiaires (Tertiary sands)
25- 36	9	0
37- 48	16	9
49- 60	18	11
61- 72	20	13
73- 84	21	15
85- 96	21	16
97-108	21	16
Cumulé à 10 ans (Cumulated over 10 years)	126	80

CONCLUSIONS

La mise en valeur des sols hydromorphes à nappe avec le palmier à huile permet d'accroître sensiblement les possibilités d'extension de la culture de cette plante en Basse Côte d'Ivoire.

Cette formule permet d'envisager avec plus de sérénité l'avenir du palmier à huile dans cette région où l'on a enregistré ces dernières années une forte diminution de la pluviosité qui affecte sensiblement les rendements de cette plante sur les sols où les plantations ont été établies au cours des deux dernières décennies : sables tertiaires et socle ancien.

Certes, l'aménagement des sols hydromorphes à nappe est légèrement plus coûteux que celui des plantations classiques car il nécessite :

- un surcroît de travaux pour la création du système de drainage et du réseau routier,
- une finition parfaite de chaque opération : par exemple le drainage de microcuvettes, la confection de banquettes et de terrasses, un planting soigné, un entretien permanent et minutieux, etc.

Les travaux d'aménagement de ces sols, et en particulier des sols organiques, ne peuvent être que partiellement mécanisés pour conserver leurs potentialités.

Cependant, les revenus à attendre de projets établis dans de telles conditions sont très attractifs. Les suppléments de dépenses pour les frais d'établissement, pour l'entretien et la récolte des parcelles aménagées sont largement compensés par une production supérieure d'au moins 31 p. 100.

L'utilisation conjuguée des clones issus de culture *in vitro* et de la technique de mise en valeur des sols hydromorphes à nappe permettra à la Côte d'Ivoire de produire dans un proche avenir sur des superficies importantes 5 à 6 t d'huile de palme par hectare et par an.

SUMMARY

Valorization of swampy areas using oil palm.

P. QUENCEZ, C. de BERCHOUX, P. HAMEL, B. N'GUESSAN, B. DUBOS, *Oléagineux*, 1987, 42, N° 2, p. 43-55.

Up until the last few years, the soils traditionally used in Côte d'Ivoire for oil palm cultivation were located on tertiary sands and the former substratum. An experiment which began in 1972 on the La Mé Station revealed that the valorization of zones on hydromorphic soils in Côte d'Ivoire using oil palm is worthwhile. Yields improved by 31 p. 100 have been obtained on deep peaty soils. These results were obtained through the definition of an original valorizing technique and certain crop techniques specific to these soils.

RESUMEN

Aprovechamiento de áreas pantanosas por la palma africana.

P. QUENCEZ, C. de BERCHOUX, P. HAMEL, B. N'GUESSAN, B. DUBOS, *Oléagineux*, 1987, 42, N° 2, p. 43-55.

Los suelos en que se acostumbraba cultivar la palma africana en Côte d'Ivoire se hallaban ubicados en arenas terciarias y en zócalo antiguo hasta los últimos años. Una experimentación iniciada en 1972 en la estación de La Mé ha mostrado el interés que ofrecía el aprovechamiento de áreas hidromórficas de Côte d'Ivoire por la palma africana, lográndose una mejora de los rendimientos del 31 p. 100 en suelos de turbas profundas. Se llegó a estos resultados mediante la definición de una técnica original de aprovechamiento y con unas determinadas técnicas de cultivo específicas de estos suelos.

Valorization of swampy areas using oil palm

P. QUENCEZ (1), C. de BERCHOUX (2), P. HAMEL (3), B. N'GUESSAN (3), B. DUBOS (3)

INTRODUCTION

Oilseed consumption in Côte d'Ivoire increases by 6-8 p. 100 per year on average. By the year 2000, domestic market requirements will exceed 350,000 tonnes, which means that domestic fats and oils production will have to be doubled, even tripled, by the end of this century.

At present, oil palm accounts for most of the country's oilseed production, with yields reaching 200,000 t/year. Nonetheless, the goal to be reached comes up against two obstacles: the increased rarity of land traditionally used for oil palm and climatic conditions less favourable today than in the past.

It is therefore indispensable to find new areas adapted to oil palm cultivation, independantly from its genetic improvement. As regards generic improvement, oil production can be expected to increase by 25 p. 100 per ha and per year between now and the end of the century, through the extension of clones obtained by *in vitro* culture for future plantations.

Up until the last few years, oil palm plantations in Côte d'Ivoire were set up on two types of soil: tertiary sands in the Southeast or former substratum basement in the Southwest.

An experiment set up in 1973 at the La Mé Station shows that the valorization of Lower Côte d'Ivoire soils, which are waterlogged from the water table up, is worthwhile.

At present, this land is little exploited as its use and development requires too much investment for individuals or small cooperatives. Moreover, project operations call for a permanent management structure and careful monitoring.

In Lower Côte d'Ivoire, soils waterlogged from the water table up cover a vast area, of which 100,000 to 200,000 ha can be developed in large or small plots.

Integral application of the valorization technique recommended by the IRHO makes it possible to attain yields of 21 tonnes of oil palm bunches per ha per year, i.e. a production figure far greater than that currently obtained in Côte d'Ivoire (12 t on average). Investment costs are slightly higher but these plantations are more cost-effective.

THE OIL PALM AND THE ENVIRONMENT

Soils.

Hydromorphic soils are located in valley bottoms and are characterized by permanent or temporary waterlogging.

In Côte d'Ivoire, there exist six types of hydromorphic soils:

- Organic peat soils containing a fairly considerable fraction of mineral elements in the upper horizon (0-30 cm),
- Permanently flooded mineralized gley or humic soils rich in alluvial clay,
- Temporarily flooded amphigley soils on recent alluvial deposits (bank ridges),
- Greyish white sands belonging to tertiary sand formations,
- Colluvial tertiary soils on the edges of lagoons,
- Soils on quaternary sands of the coastal belt.

The last two soil categories are most often not suited to oil palm cultivation. The first four categories are generally distributed according to a sequence which corresponds to their formation within the geo-pedological history of Côte d'Ivoire (Fig. 1). Their physico-chemical characteristics are summarized in Table I.

Topography.

Hydromorphic areas are generally swampy: they are found near rivers and have very little slope, hence water cannot drain naturally (Fig. 1).

Natural vegetation.

Vegetation found in these areas varies little and is of minor economic interest, contributing to the formation of peat soils.

Oil palm.

Oil palm is particularly useful in valorizing these areas because its superficial root system does not require too deep a water table. Moreover, lowering the water table would have a disastrous impact on the region's ecology.

AN ORIGINAL VALORIZATION TECHNIQUE

The essence of valorizing soils waterlogged from the water table up is: preliminary studies, the drawing up of a development plan and special improvement techniques (Fig. 2, 3).

Preliminary studies.

Before valorization begins, a development plan has to be drawn up which requires a study of the area's hydrological-topographical-pedological complex.

Hydrology. — Rainfall and stream flow influence water table variations. A good knowledge of the role they play in flood risks

(1) Director, Agronomy Service (*).

(2) Director of the La Mé station (*).

(3) Agronomy Service (*).

(*) La Mé Station, IRHO-CIRAD, B.P. 13, Bingerville (Côte d'Ivoire).

is essential to determine development possibilities in valley bottoms. Studies of this role will, in particular, provide information on the network's maximum required evacuation capacity. On the La Mé Station, evacuation capacity is limited to a 100 mm sheet of water in 4 days (i.e. 10 m³/hour/ha).

Topography. — Tightly meshed contour surveys are indispensable for calculating the future project's hydraulic network characteristics: sinkholes or primary secondary and tertiary evacuation ditches are designed to maintain the water table at the optimum level (30-60 cm) for oil palm, which is closely linked to hydrological characteristics.

Pedology. — In-depth knowledge of the soil is required to undertake development work (creation of drains and roads) and to monitor oil palm performance (water and mineral nutrition).

Development plan.

The analysis of data collected makes it possible to draw up development charts showing the position and characteristics of track networks, ditches and hydraulic structures (Fig. 4).

The plot layout does not have to be oriented north-south; it is determined according to slope, the orientation of rivers and the form of valley bottoms. The length of planting rows should under no circumstances exceed 250 metres.

The layout of hydraulic structures responds to the need for the permanent control of water distribution in the plots.

The development plan is an indispensable tool for assessing the quantity and cost of special work required in valorization projects.

Special improvement works.

Only work specific to projects set up on hydromorphic soils will be discussed here.

Roads.

The following types of road can be distinguished:

Dike roads. — Their level is calculated to avoid submersion by flooding as much as possible. They protect the area planted.

« **Floating » roads.** — The low mineral matter content and high water content of peat soils make road construction difficult. « Floating » roads can therefore be constructed by placing a 40-cm layer of compacted laterite over the peat. These roads are solid enough for machines of not more than 6 t per axle.

Normal roads. — They are built on gleys or amphotigleys with a 20-cm layer of laterite.

Drainage and irrigation ditches.

A distinction can be made between primary and secondary or tertiary evacuation ditches.

— **Primary evacuation ditches** represent the final stage in the evacuation of drainage water beyond the developed area. On the La Mé Station, they have the following characteristics:

— average depth	1.30 m,
— average cross-section	1.9 m ² ,
— length per ha planted	8 m,
— volume per ha planted	15 m ³ .

It should be noted however that evacuation ditch characteristics largely depend on topography and the general form of the area. Whenever possible, endeavors are made to use former river beds or low-lying sections.

— **Secondary evacuation ditches** generally run along the edges of plots and empty into primary evacuation ditches. Depending on the plot layout, they cover 40-80 m per ha planted. On the La Mé Station, they have the following characteristics:

— average depth	0.5 m,
— average cross-section	0.5 m ² ,
— length per ha planted	65 m,
— volume per ha planted	32.5 m ³ .

Hydraulic furrows and surfaces are estimated according to slope and climatic conditions.

— **Tertiary evacuation ditches** are constructed according to need in the case of occasional flooding. Small intra-plot drainage channels can drain isolated dips for example.

Land preparation.

— **Clearing** should be carried out in such a way that the existing soil is disturbed as little as possible. The use of clearing machines is to be avoided as their effect on the structure of hydromorphic soils is disastrous. Chain saws should be used for clearing and for sawing up boles and branches.

— **Burning** should not be carried out on peat soils. Everywhere else, slight burning is sufficient and planting rows are only opened up over a width of 1.5 m.

— **The legume cover crop** is sown as soon as possible after the clearing of planting rows. Its success is a deciding factor in the control of grasses (exporters of nitrogen) and limits phytosanitary risks (*Oryctes*). Combining *Mucuna* (5 kg of seed/ha with 2 seeds/hole) and *Pueraria* (15 kg/ha) over the entire area gives good results. *Mucuna*, a fast growing and twining plant, rapidly covers the soil and remnants from debris. Then *Pueraria* takes over from *Mucuna* (an annual plant) a year later.

Improvement work should be carried out in the following chronological order:

- creation of the peripheral road;
- construction of primary evacuation ditches:
 - clearing along their axis,
 - digging of the ditches,
 - creation of roads along these ditches,
 - construction of culverts, spillways and manual and automatic sluices for flood control;
- construction of secondary evacuation ditches:
 - clearing along their axis,
 - digging of the ditches,
 - construction of spillways and channels, opening of roads along these ditches;
- clearing of the vegetation as per the planting programme;
- complete clearing away of debris in the planting rows and along tertiary evacuation ditch axes over a width of 1.5 m;
- digging of evacuation ditches to drain dips in the plots.

SPECIAL CROP TECHNIQUES

Oil palm cultivation on soils waterlogged from the water table up requires special crop techniques to obtain the production potential which these soils offer.

Planting.

The microtopography could require terracing or the filling of hollows so that roots develop better and are not asphyxiated.

On alluvial clay soils, careful attention has to be paid to make sure the nursery ball touches the edges of the planting hole. Using a cylindrical dibber (Fig. 5) adapted to ball dimensions and combined with mulching contributes to good plant striking in all seasons.

On peat soils whose apparent density is low, the stem and crown can start to lean when the trees start bearing. This results from a localized draining problem which leads to an imbalance between root system and aerial part development.

Extreme cases of leaning, with damage to the root system, can effect later production until the stem is set straight. The most critical period lies between 2 and 4 years after planting, beyond which point the root system undergoes further development and the risk is considerably reduced. Efficient monitoring of the water table once planting has taken place limits the risk of serious leaning to less than 5 p. 100 of the trees. Tamping, followed by soil levelling in circles 2 metres in diameter, can be carried out using portable compacters. This technique helps to anchor the young tree.

Oil palm maintenance.

Maintenance has to be carried out more frequently on hydromorphic soils than on traditional soils. In effect, cover crop growth is particularly vigorous. At the young age, one manual weeding round per month should be envisaged for circles and traditional planting rows.

Phytosanitary control.

Oil palms on hydromorphic soils are more likely to be attacked by certain insects, mainly *Oryctes*. Phytosanitary control is the same as that practised on traditional plantations.

Evacuation ditch maintenance. Water table monitoring.

Evacuation ditches have to be cleaned out regularly and aquatic plants have to be removed. Specialized staff should continually monitor the hydraulic network in place.

Water table levels on the plots should be observed monthly via bore holes.

The recording of bore hole data on maps and their analysis makes it possible to raise or lower the water table to an optimal level (30-60 cm) by adjusting the level of spillways and manual and automatic sluices (Fig. 6).

The compaction of peat soils on roads and in plots should also be observed. If the water table is maintained within optimal limits, soil compaction does not exceed 5 cm over a 10-year period (results from the La Mé experiment).

Assisted pollination.

On soils waterlogged from the water table up, oil palm development is particularly vigorous. As a result, inflorescences appear early and very long female cycles are induced. It is therefore necessary, at least in the first years, to carry out assisted pollination to improve the fruit set rate and increase the extraction rate.

Fertilization.

On hydromorphic soils, mineral nutrition has to be followed particularly closely. Nitrogen deficiencies in particular, which are possible at the young age on very clayey soils, will have to be corrected.

Annual fertilizer treatments should be split and applied quarterly.

The formulas and rates to be used are determined according to age and soil type. Table II gives three fertilizer rates used at La Mé.

RESULTS FROM 13 YEARS OF EXPERIMENTS AT IRHO LA MÉ

The oldest studies were carried out on peat soils.

1973 plantings.

Production :

Two plots planted with similar planting material enable comparisons to be made.

- F 52 : 4.04 ha planted on hydromorphic deep peat soils ; water table monitored from 1982 on and potassium nutrition from 1985 on ;

- E 60 : 14.41 ha replanting on tertiary sands.

Both plots were harvested three years after castration, respective yields are given in Table III.

An average annual water deficit of 393 mm resulted in a mean production of 12.0 t of bunches/ha/year obtained from 3 to 13 years on tertiary sands, whilst on peat soils, the water table ensures a better water supply, increasing yield by 48 p. 100.

Though the same planting material was used on both plots, its production potential is lower than that of planting material currently undergoing extension.

Variation in production between years.

Figure 7 compares the evolution of sliding annual production (over the preceding 12 months) on both plots. The variation in production between years is attributable to climatic variations over the same period (annual water deficits between 206 and 695 mm).

Annual production variations are much greater on tertiary sands (E 60) than on peat soils (F 52). Variation coefficients calculated for all values are 19 and 8 p. 100 respectively, whilst maximum differences in production obtained from 6 to 13 years amount to 11.0 t/ha/year on tertiary sands and only 4.7 t/ha/year on peat soils (Table IV).

These results clearly reveal that annual production on peat soils is more consistent.

Variations in production between months.

Figure 8 shows monthly production variations over 3 months on both plots. The weighting used provides a better understanding of production evolution regardless of harvesting operations and their organization. Right from 1981, on peat soils, production evolution follows a regular cycle with a peak in April and a low period from August to December, whilst this phenomenon only begins in 1983 on tertiary sands.

Table V shows the size of harvest peaks and troughs compared with annual production from 1980 to 1986.

Harvesting slack periods are more pronounced on tertiary sands than on peat soils. On the other hand, harvest peaks contribute more to annual production on tertiary sands from 1983 on, the time at which the production cycles of both plots became synchronous.

These results show that monthly production distribution is more regular on peat soils.

1982 planting.

1982 plantings were set up on 9 ha of deep peat soils (more than 2.7 m deep) drained properly from the beginning. The same planting material was also used on 15 ha of replanting on tertiary sands.

Bunch production.

Oil palm growth on peat soils was rapid, with a girth circumference at 32 months which was 10 p. 100 greater than that of oil palms planted on tertiary sands. This precocity made it possible to begin harvesting on peat soils at 26 months whilst on tertiary sands, harvesting could only begin at 38 months (Table VI).

Cumulated production at 50 months is 25.8 t/ha on peat soils and 10.0 t/ha on tertiary sands. This clearly shows that, on peat soils, young trees develop more rapidly and have a higher production potential.

Oil production.

Bunch analyses were carried out on 21 lines common to both plots in June and July 1986 (Table VII). Industrial extraction rates on peat soils can be expected to reach those obtained on tertiary sand, i.e. greater than 23 p. 100 at the adult age with planting material which yields well from the first harvesting years on. The considerable number of female inflorescences on peat soils requires assisted pollination operations to be carried out on young trees.

Comparative production scheme for oil palms planted on peat soils and tertiary sands.

Under present ecological conditions at the La Mé Station, with an average annual water deficit of 360 mm per year, the following production scheme can be drawn up using the best planting material currently available (Table VIII).

Over 10 years of age, mean annual production per ha is stabilized : it is 31 p. 100 greater on peat soils than on tertiary sands. Moreover, it is more regular from one year to the next with fewer seasonal variations.

Results such as these can be obtained through the strict application of the valorization and crop techniques defined according to agronomical experiments set up at the La Mé Station.

CONCLUSION

The valorization of soils waterlogged from the water table up using oil palm makes it possible to considerably increase this crop's extension possibilities in Lower Côte d'Ivoire.

This valorization also leads to more optimistic forecasts as to the future of oil palm in this region, where a sharp decrease in rainfall has been recorded over the past few years, which greatly affects oil palm yields on soils traditionally used for plantations over the last two decades : tertiary sands and former substratum basement.

The development of such soils obviously costs slightly more than that of soils traditionally used for plantations because it requires :

- additional work to create a drainage system and road network,

- careful attention to be paid to each operation : drainage of the smallest dips, construction of banks and terraces, careful planting, continual and meticulous maintenance, etc.

Development work on these soils, in particular organic soils, can only be partially mechanized, so as to preserve their potential.

Nonetheless, expected incomes from projects set up under such conditions are very attractive. The extra expenses incurred for development, maintenance and the harvesting of plots are easily compensated for by yields which are improved by at least 31 p. 100.

This valorization technique for soils waterlogged from the water table up combined with the use of clones obtained through *in vitro* culture will soon enable Côte d'Ivoire to produce 5-6 t of palm oil per ha per year over large surface areas. ■